Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin
der Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg
Direktor: Prof. Dr. Schrader

Diagnostische Verwertbarkeit von Blutsenkungsverfahren am Leichenblut

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde des Doktors der Zahnheilkunde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Bruno Hoffmann
Zahnarzt aus Badeborn

Halle/Saale
1938

Carl Nieft, Buchdruckerei und Verlag, Bleicherode am Harz

1. Berichterstatter: Doz. Dr. Ponsold

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Schrader

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 1937

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 5

Technik 5

I. Hämatokritmethode 5

II. Senkungsverfahren nach Westergren-Adler 6

Auswertung 7

I. Hämatokritmethode oder Senkungsverfahren 7

II. Die Senkung und ihre Beziehung zur Todesart 10

1. Senkung bei Verdünnung des Blutes 13

a) Ertrinkungstod 13

b) Kohlenoxydvergiftung 14

c) Verblutungstod 18

2. Senkung bei Eindickung des Blutes 20

a) Erstickungstod 20

b) Herztod 22

c) Erhängungstod 25

III. Die Senkung und ihre Beziehung zur Todeszeit 29

IV. Zeitlicher Senkungsverlauf und diagnostische Verwertung . . . 31

Zusammenfassung 33

Einleitung.

Die in gerichtlich — medizinischer Hinsicht wichtigen Blutveränderungen sind in der Regel Begleiterscheinungen gewaltsamer Einwirkungen auf den menschlichen Körper. Sei es, daß sie in verbrecherischer oder selbstmörderischer Absicht unternommen oder aus einem rein unglücklichen Zufall hervorgegangen sind. Verschiedene der auf diese Weise bedingten Todesarten gehen also mit einer mehr oder weniger charakteristischen Veränderung des Blutes einher und lassen, wie aus den Arbeiten von Ponsold und Mitarbeitern hervorgeht, aus der Blutbeschaffenheit auf Todesursache und Todeszeit allgemeine und speziellere Schlüsse ziehen. Neben den vitalen Blutveränderungen, die mit einer Verschiebung der Plasma-Blutkörperchenrelation einhergehen, sind zum Unterschied hiervon die postmortalen Veränderungen von Interesse.

Ponsold hat bereits Untersuchungen am Herzblut vorgenommen und sie nach dem Hämatokritprinzip durchgeführt, mit ungraduierten Röhrchen, die von ihm in die Methode eingeführt sind.

Die auf dieser Grundlage fortgesetzten Messungen erstrecken sich sowohl auf das Blut der rechten, wie auf das der linken Herzhälfte.

Dabei stellte es sich heraus, daß im Bereich des rechten Ventrikel sich vorwiegend die vitalen, im Bereich des linken, die postmortalen Einflüsse bemerkbar machen.

Von Popielski sind seit einiger Zeit ähnliche Versuche am Herzblut mit der Sedimentierungsmethode nach Westergren, speziell beim Tod durch Ertrinken, durchgeführt. Er kommt zu dem Ergebnis, daß zwischen der Sedimentierung von venösem und arteriellem Blut normal kein Unterschied besteht, wohl aber bei dem Blut Ertrunkener und stellt hier fest, daß die Sedimente desto weniger deutlich zum Ausdruck kommen, je stärker das Blut schon hämolysiert ist.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, vergleichende Untersuchungen zwischen diesen beiden Methoden anzustellen und sie auf ihre Verwertbarkeit für die Diagnostik der Todesart und Todeszeit zu prüfen.

Als Vergleichsfaktor mit den Hämatokritwerten dient der Endwert der Sedimentierungsmethode, der sich nach einer Senkung von 24 Stunden ergibt. Daneben wurden Untersuchungen über den zeitlichen Ablauf der Senkung zu diagnostischen Zwecken angestellt.

Technik.

I. Hämatokritmethode.

Bei der Sektion werden nach Abpräparieren der Brustmuskulatur und nach Eröffnen der Brusthöhle die Rippen mit der Knochenschere in der unrichtigen Axillarlinie durchtrennt, ebenso das Brustbein in der Höhe des ersten Zwischenrippenraumes. Dann wird der vordere Teil des Brustkorbes von oben nach unten vorsichtig vom Mittelfell abpräpariert, um

eine Lageveränderung des Herzens und eventuelle Blutverschiebungen zwischen Herz und großen Gefäßen zu vermeiden. Ist nach Durchtrennung des Herzbeutels das Herz freigelegt, erfolgt zunächst die Unterbindung der Hohlvenen mittels chirurgischer Gefäßklemmen, dann die der Art. pulm. und der Aorta. Entnommen wird zuerst am rechten Herzen, bei dem an der Spitze durch einen flachen Schnitt die äußere Muskulatur durchtrennt wird. Um ein Abfließen des Blutes, das hier unter Druck steht, zu verhindern, wird die innere Muskelschicht mit einem als Vakuumschlauch dienenden Gummikatheter durchstoßen. Dieser Schlauch führt durch eine doppelt durchbohrte Gummikugel in einen Erlenmeyer-Kolben, aus dem durch einen zweiten Schlauch die Luft mittels einer Wasserstrahlpumpe heraus- und das Blut hineingesaugt wird. Zur Erreichung genauer Werte muß das gesamte im Herzen befindliche Blut entnomen werden, da bald nach dem Tod innerhalb des Herzens bereits eine Sedimentierung stattfindet, und nur durch völliges Absaugen eine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes im Blut erreicht wird. Versuche, die unternommen wurden, durch kräftige Knetbewegungen am Herzen in situ die Sedimentierung aufzuheben, ergaben nach Aufsaugen von Blut direkt aus dem Herzen in Kapillaren völlig andere Werte als die übrigen Messungen.

In gleicher Weise erfolgt die Blutentnahme aus dem linken Herzen.

Das aufgefangene Blut wird zur Aufhebung der Sedimentierung vorsichtig durchgeschüttelt und auf ungraduierte Kapillarröhrchen von ca. 10 cm Länge und 1 mm Weite gezogen. Etwa 2 cm bleiben frei, und an diesem Ende wird das Röhrchen an der Bunsenflamme zugeschmolzen. Zur Vermeidung von Verwechselungen, es werden zur Errechnung eines jeweiligen Durchschnittswertes 3 bis 4 Röhrchen verwandt, kennzeichnet man die einzelnen Seiten durch Aufkleben beschrifteter Etiketten. Das Zentrifugieren geschieht bei einer durchschnittlichen Umdrehungszahl von 3000 in der Minute, 15 bis 20 Minuten lang bei langsamer Anfangsgeschwindigkeit, um ein Zerbrechen der Röhrchen zu vermeiden. Nach Erreichung der Volumenkonstanz, d. h. der vollständigen Trennung von Blutkörperchen und Plasma, wird das Röhrchen an ein graduiertes Lineal gehalten, und es werden jeweils die Länge der Erytrozytensäule einschließlich vorhandener Leukozyten und die Länge der Gesamtsäule gemessen, um daraus die Blutkörperchen- Plasmarelation zu errechnen.

II. Senkungsverfahren nach Westergren-Adler.

Nach bereits eingetretener Sedimentierung wird diese, wie bei der ersten Methode, durch vorsichtiges Schütteln aufgehoben. Bei Frischsektionen, wo offenbar infolge der plötzlichen Abkühlung das flüssige Blut sofort gerinnen kann, muß die Überfüllung in die Röhrchen möglichst schnell geschehen.

Zur Untersuchung wird die Methode nach Westergren verwandt, mit Röhrchen von 2,5 mm lichter Weite und 300 mm Länge, mit einer Gradeinteilung von 0—200 mm, wobei der Teilstrich „200“ dem unteren Röhrchenende entspricht. Die Spitze der Röhre ist nicht ausgezogen, sondern abgeschrägt, sodaß das Lumen durchgehend die gleiche Weite besitzt. Die Röhrchen stehen senkrecht in einem Metallgestell, das am Boden mit einer Gummischicht versehen ist, die einen dichten Abschluß bewirkt. Die senkrechte Stellung wird anderen Schnellsenkungsmethoden gegenüber mit Schrägstellung bevorzugt, da ein konstanter Ablauf der Senkung konstantere

Werte vermittelt. Das Blut wird aus kleineren Gefäßen langsam aufgezogen und die Blutsäule auf die „O" Marke eingestellt, in der Weise, daß der oberste Teilstrich der Mitte des durch Adhäsion des Blutes an die Glaswand entstehenden Meniskus entspricht. Unter größter Vorsicht werden die Röhrchen auf die Dichtungsschicht aufgestellt und dem Metallgestell eingefügt.

Diese von Adler verbesserte Methode hat folgende Vorzüge den bisherigen gegenüber. Beim Aufziehen des Blutes bestand die Gefahr des Einsaugens in den Mund. Außerdem mußte zur genauen Einstellung das Blut über die „O" Marke aufgezogen werden, um dann nach Abfließenlassen eines Teiles auf diese Marke eingestellt zu werden. Dabei stellte Reichel fest, daß die Senkung wesentlich beschleunigt wurde, wenn die Röhrchenwand oberhalb der Blutsäule benetzt war. Adler versah die Röhrchen mit 10 cm über der „O" Marke angebrachten Verdickungen, an denen die Haltefedern des Metallgestells angreifen, die die Röhrchen sichern und sie auf die sie abschließende Gummischicht fest aufdrücken. Auf die Röhrchen werden besonders konstruierte Gummipfropfen gesetzt, mit Hilfe deren man das Blut sauber aufsaugen und durch vorsichtiges Drehen nach oben auf die „O" Marke einstellen kann, ohne die Röhrchenwand oberhalb der Blutsäule zu benetzen.

Bei eingedicktem Blut stellten sich zu Beginn der Messungen infolge der erhöhten Reibung der Blutkörperchen Ungenauigkeiten sowohl im Ablauf der Senkung als auch in den Endwerten heraus. Deshalb wurde durchweg in allen Fällen eine Verdünnung des Blutes mit physiologischer Kochsalzlösung im Verhältnis 1:1 vorgenommen. Bei einem Blutkörperchengehalt von mehr als 75 % versagt jedoch auch diese Verdünnung. Vom Blut der rechten Herzhälfte wurde ein Teil unverdünnt zur Senkung gebracht. Das Ablesen der Werte geschah nach 1, 3, 6 und 24 Stunden. Versuche mit längeren Messungen, etwa bis 36 oder 48 Stunden ergaben keine wesentliche Fortsetzung der Senkung. In einem Fall überstieg sie 3 %. In fast allen anderen Fällen trat Hämolyse bei längerem Warten auf und machte das Ablesen genauer Werte unmöglich.

Auswertung.

I. Hämatokritmethode oder Senkungsverfahren.

Bei der Hämatokritmethode geschieht die Trennung von Plasma und Blutkörperchen mittels der Zentrifugalkraft, die die Blutkörper nach unten auf den Boden des Meßröhrchens befördert, entsprechend ihrem größeren spezifischen Gewicht, wobei sie sich ohne Zwischenraum fest aneinander lagern, während die Plasmasäule darüber steht. Bei der Westergrenschen Methode sinken die Blutkörperchen lediglich der eigenen Schwere nach ab. Die Formelemente liegen in diesem Fall nur lose aufeinander, während die Zwischenräume mit Restplasma ausgefüllt sind. Will man bei der ersten Methode von einer absoluten Volumenkonstanz sprechen, so ergibt die zweite nur eine relative.

Dieser zweifachen Konstanz entspricht der Abstand der beiden Kurven in der folgenden Tabelle voneinander. Die Senkungswerte liegen im Mittel ungefähr 15 % höher als die Hämatokritwerte. Der jeweils errechnete Prozentgehaltt an Blutkörperchen wurde ohne Berücksichtigung der einzelnen Todesarten im zunehmenden Leichenalter in einem Koordinatensystem eingetragen, gesondert für rechts und links.

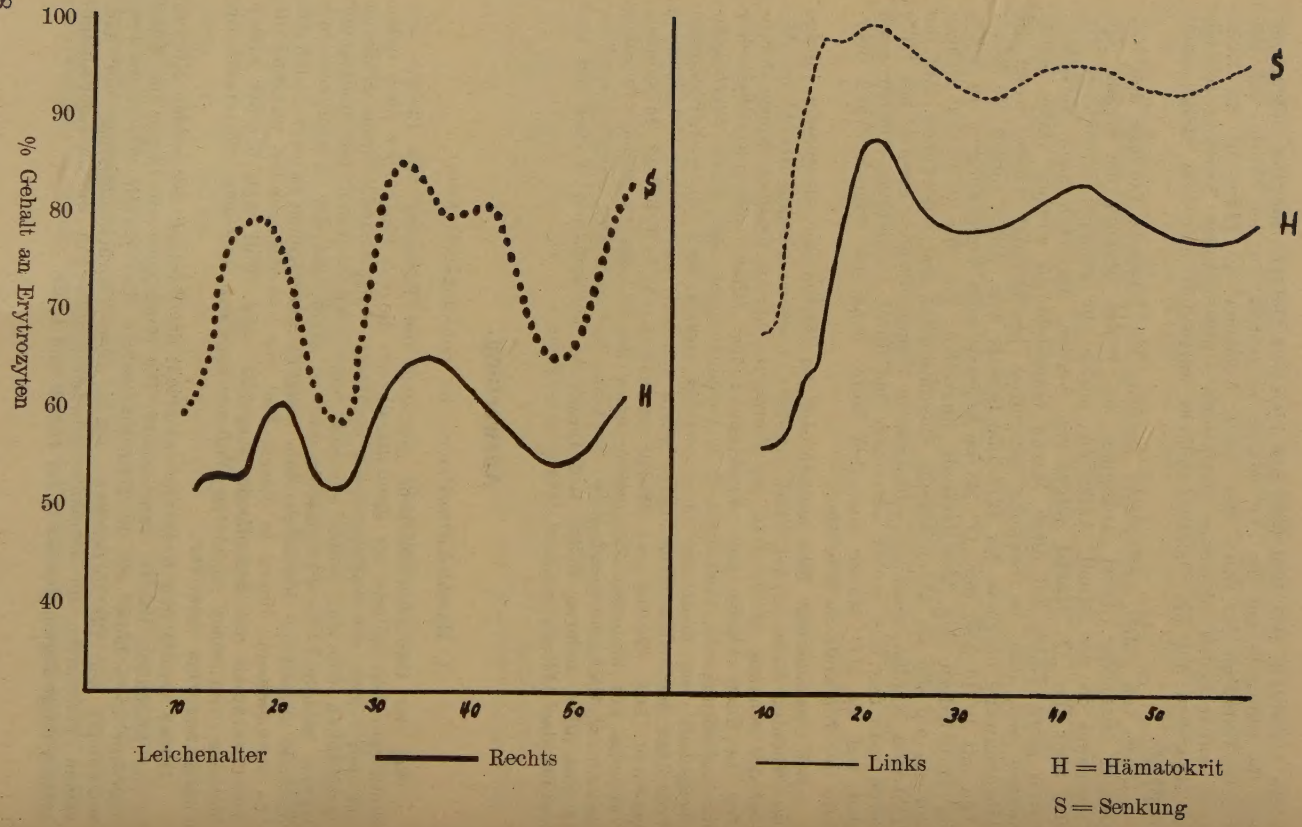

100
90
80
70
60
50
40
% Gehalt an Erytrozyten
S
H
10
20
30
40
50
Leichenalter
Rechts
Links
H = Hämatokrit
S = Senkung

Tabelle 1.

Fälle starker vitaler Verdünnung des Blutes rufen, entsprechend dem Auftreten vitaler Einflüsse am rechten Ventrikel, nur rechts Abweichungen von der Parallelität hervor mit einer Annäherung der Senkungswerte an die Hämatokritwerte bei 26 und 48 Stunden. Infolge der bereits eingetretenen postmortalen Eindickung liegen die Werte links im Mittel ca. 20 % höher, als die rechts. Eine Abweichung hiervon erfahren lediglich die Ergebnisse der Frühsektionen, die den postmortalen Einflüssen in geringerem Maße ausgesetzt sind.

Während die nach der Hämatokritmethode durchgeführten Messungen nur ca. 15 bis 20 Minuten in Anspruch nehmen, zieht sich das Ablesen der Werte beim Senkungsverfahren über 24 Stunden hin. Bei vergleichenden Untersuchungen bedeutet das eine unangenehme Verzögerung. Eine größere Zeitinanspruchnahme beim Füllen der Senkungsröhrchen gegenüber dem Aufziehen in die Kapillaren fällt fort, wenn man von der doppelten Arbeit bei der Verdünnung mit physiologischer Kochsalzlösung absieht.

Genaue Beachtung erfordern eine Reihe von Fehlerquellen, die dem Senkungsverfahren anhaften und leicht falsche Werte erscheinen lassen. Eindickung höheren Grades und Bildung von Kruor oder Speckgerinnseln schalten diese Methode als praktisch wertlos aus, bieten allerdings auch für die Hämatokritmethode Schwierigkeiten, wie aus der vorhergehenden Tabelle ersichtlich ist. Die so entstandenen Werte ergeben einen besonderen Verlauf der Kurven, der in Form einer Einknickung links bei 15—20 rechts bei 13 und 36 Stunden Leichenalter in Erscheinung tritt.

Nach größeren Blutverlusten fanden wir häufig an der oberen Grenze der Erytrozytenschicht eine unscharf begrenzte Zone, die während der ganzen Zeit, über die sich die Messung erstreckte, beobachtet wurde, und die ein genaues Ablesen sowohl der Zwischenwerte, als auch der Endwerte wesentlich erschwerte. Diese Übergangsschicht nahm zu bei Verdünnung mit Kochsalzlösung.

Infolge der langen Wertungszeit (24 Stunden) erhöht sich die Gefahr einer fortschreitenden Hämolyse. Dasselbe Blut, das gleich nach der Sektion in einem Zeitraum von 15—20 Minuten mit der Hämatokritmethode ausgewertet werden kann, kann durch begonnene Autolyse, die durch Fäulnis infolge von Bakterieneinwirkung verstärkt wird, in einem Zeitraum von 24 Stunden in Zimmertemperatur so hämolytisch werden, daß ein Ablesen von Werten unmöglich wird. Folgender Fall zeigt ein typisches Beispiel. Die Hämatokritwerte ließen sich einwandfrei feststellen bei Hämolyse leichten Grades. Die Senkung beginnt eine halbe Stunde nach der Blutentnahme. Der 6-Stundenwert konnte gerade noch ermittelt werden. Nach 20 Stunden war völlige Hämolyse eingetreten.

Für eine Trennung von Erytrozyten und Leukozyten, wie sie zur Messung der Verdauungsleukozytose wichtig ist, eignet sich das Senkungsverfahren nicht. Während beim Zentrifugieren eine klare Scheidung eintritt, senken hierbei Erytrozyten und Leukozyten gemeinsam, da durch die Eigensenkung keine Trennung nach den verschiedenen spezifischen Gewichten zustande kommt.

Die besondere Bedeutung des Senkungsverfahrens beruht auf der Meßbarkeit der Zwischenwerte, der es seine häufige Anwendung in der Medizin verdankt. Der zeitliche Ablauf der Senkung stellt eine Kurve dar, die je nach Verlangsamung oder Beschleunigung ihren Verlauf ändert und im Vergleich mit Westergrens Normalwerten am Blut Lebender diagnostische Schlüsse zuläßt.

II. Die Senkung und ihre Beziehung zur Todesart.

Die Ergebnisse der Blutsenkung, die spezifisch sind für die einzelnen Todesarten, sind abhängig von vitalen Konzentrationsänderungen. Untersuchungen dieser Art sind nur am Blut der rechten Herzhälfte möglich, das über die vitalen Veränderungen hinaus keinen nennenswerten postmortalen unterliegt, wie das beim linken Ventrikel der Fall ist. Einem Auspressen von Plasma in der Totenstarrekontraktion nach vorhergegangener Sedimentierung stellt sich nach der Art. pulm. hin der Widerstand der Lungenkapillaren entgegen, nach den Hohlvenen zu der Druck infolge der prallen Füllung. Das Blut kommt also im ursprünglichen Zustand zur Untersuchung.

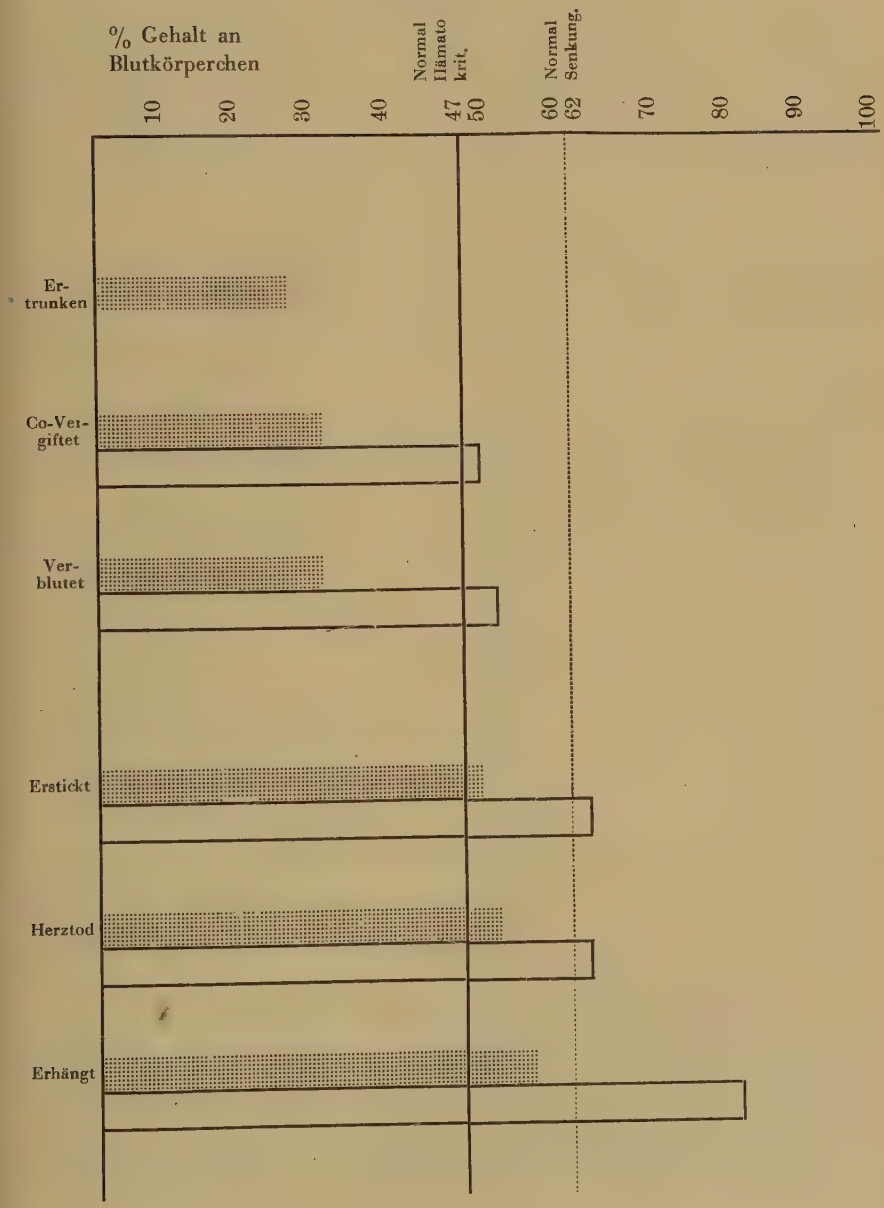
Nach Ponsold entsprechen einem Volumenprozent des Hämatokritwertes ungefähr 100 000 Blutkörperchen. Danach stellt eine Durchschnittszahl von 5 000 000 Blutkörperchen einen Hämatokritwert von 45—50 % dar. Auf Grund der Tabelle I. liegen nun die Werte der Senkung bei verdünntem Blut ungefähr 15 % höher. Demnach entsprechen den Normal-Hämatokritwerten von 45-50% Bltk. Normal-Senkungswerte von 60-65%.

Den folgenden Untersuchungen sind diese Werte zu Grunde gelegt. Die Durchschnittswerte für die forensisch wichtigsten Todesarten sind aus den untersuchten Fällen errechnet und in der Tabelle II. einander gegenüber gestellt.

Die Reihenfolge entspricht dem Grade der Abweichung von den Normalwerten. Dabei entstehen zwei Gruppen, die einmal Tod durch Kohlenoxydvergiftung, durch Ertrinken und durch Verbluten umfassen, zum anderen Herztod, Erhängungs- und Erstickungstod.

Die Werte der ersten Gruppe liegen unter den Normalwerten, die der zweiten innerhalb ihrer Grenzen oder darüber. Das bedeutet also für die ersteren eine Verdünnung, für die anderen keine Abweichung oder eine Eindickung gegenüber dem Normalblut. Bei der Parallelität der beiden untersuchten Methoden trifft das sowohl bei den Hämatokrit-, als auch bei den Senkungswerten zu.

Tabelle 2.


% Gehalt an Blutkörperchen
Normal Hämatokrit,
Normal Senkung,
10
20
30
40
47
50
60
62
70
80
90
100
Ertrunken
Co-Vergiftet
Verblutet
Erstickt
Herztod
Erhängt

Übersichtstabelle aller untersuchten Fälle:

Fall Nr.	Sekt. Nr.	Geschl.	Alter Jahre	Leichenalter Stunden	Todesursache	Blutmenge R.	Blutmenge L.	Hämat.-werte R	Hämat.-werte L	Senkungswerte Rv.	Senkungswerte R.	Senkungswerte Lv.
1.	116	w.	76	100	Perikarditis	—	—	54	67	87	—	—
2.	117	m.	78	18	Pneumonie	98	87	69	92	90	—	97
3.	118	m.	49	60	Urämie	85	13	37	64	84	—	88
4.	121	m.	38	16	Verblutung	2800		48	42	90	—	91
5.	124	w.	40	27	Hirndruckl.	64	95	42	71	72	—	80
6.	125	m.	71	45	Co. Verg.	120	80	66	84	90	—	93
7.	126	w.	76	12	Herztod	280	184	54	75	57	60	90
8.	127	w.	58	26	Ertrinkungstod	110	28	25	75	22	36	86
9.	130	m.	72	19	Lungenembolie	168	86	73	93	91	93	95
10.	131	w.	88	50	Erhängt	5	2	56	65	83	99	85
11.	134	w.	30	15	Co Verg.	140	140	37	59	78	81	95
12.	135	m.	61	45	Erhängt	152	82	43	74	83	59	85
13.	139	m.	59	22	Erstickt	86	71	48	79	55	58	94
14.	140	m.	24	18	Erhängt	70	58	—	82	—	—	—
15.	141	m.	57	40	Herztod	122	75	66	85	84	74	95
16.	142	w.	50	67	Herztod	20	70	23	—	—	—	—
17.	147	w.	68	120	Ertrinkungstod	70	23	65	47	—	—	—
18.	152	m.	43	60	Erhängt	46	55	53	78	86	—	92
19.	153	m.	16	18	Herztod	194	202	31	64	35	45	87
20.	155	w.	83	32	Herztod	80	54	86	98	93	—	97
21.	156	m.	69	35	Herztod	37	45	48	58	63	59	—
22.	159	m.	60	65	Erstickt	156	126	51	84	79	78	96
23.	160	m.	52	63	Erstickt	178	52	82	89	90	—	97
24.	166	m.	66	75	Hirndruckl.	64	46	61	68	83	—	92
25.	167	m.	17	33	Überfahren	16	4	88	72	82	—	90
26.	170	w.	1	13	Erstickt	28	8	47	75	60	67	92
27.	172	w.	50	46	Co Verg.	118	60	20	85	20	28	89
28.	173	m.	38	18	Erhängt	180	66	66	79	—	—	—
29.	174	w.	28	68	Ertrinkungstod	30	20	22	20	—	—	—
30.	176	m.	58	18	Herztod	140	98	50	67	61	63	93
31.	177	m.	37	48	Verblutung	48	28	31	31	77	86	78
32.	179	m.	51	13	Herztod	122	222	64	74	75	89	97
33.	180	m.	50	32	Co Verg.	178	72	29	—	—	—	—
34.	181	m.	40	32	Verbr. u. Co	132	84	57	83	—	—	—
35.	182	m.	63	33	Verbr. u. Co	100	90	63	68	—	—	—
36.	185	m.	26	38	Verbr. u. Co	88	92	46	70	72	92	88
37.	187	w.	36	10	Verblutung	41	15	15	13	9	24	13
38.	192	w.	50	4	Apoplexie	210	208	48	69	55	58	89
39.	193	m.	52	4	Verblutung	38	41	42	72	56	79	89
40.	194	m.	23	7	Erhängt	168	204	61	83	85	86	94
41.	196	m.	1 Woche	56	Ikterus Neonat.	—	—	42	76	—	—	—
42.	198	m.	27	3	Erhängt	92	76	39	60	66	75	—

I. Senkung bei Verdünnung des Blutes.

a) Ertrinkungstod.

Sektions-Nr. 127/37 — Fall-Nr. 8
Geschlecht: w. — Alter: 58
Sektion: 19. 4. 37. — Leichenalter: 26 Stunden
Todesursache: Ertrinken
Gesamtblutmenge: R: 110 cm³
L: 28 cm³
Hämatokritwerte: R: 25 %
L: 75 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	3	7	25	155	22
R. unverd.	20	75	115	127	36
L. verd.	2	5	9	28	86

Bemerkungen: Die Leiche hat nur ca. 4 Stunden im Wasser gelegen. Im Magen und Darm ist reichlich Ertrinkungsflüssigkeit vorhanden. Das Blut ist fast um die Hälfte verdünnt. Der Unterschied zwischen den Hämatokritwerten rechts und links von 50 % ist lediglich von der postmortalen Eindickung links abhängig. Der Senkungswert des durch Kochsalzlösung verdünnten Blutes liegt, wie zu erwarten ist, unter dem Hämatokritwert. Der Ablauf der Senkung ist gegenüber dem unverdünnten Blut wesentlich verlangsamt.

Sektions-Nr.: 174/37 — Fall-Nr.: 29
Geschlecht: w. — Alter: 28
Sektion: 2. 6. 37. — Leichenalter: 68 Stunden
Todesursache: Ertrinken
Gesamtblutmenge: R: 30 cm³
L: 20 cm³
Hämatokritwerte: R: 22 %
Hämatokritwerte: L: 20 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	—	—	—	—	—
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	—	—	—	—	—

Bemerkungen: Die Tote war als gute Schwimmerin bekannt. Es liegt daher der Gedanke an einen plötzlichen Tod im Wasser nahe. Dagegen spricht auch nicht der hohe Verdünnungsgrad des Blutes von 25 % gegenüber dem Normalwert am Blut Lebender, der auf eine Vermischung mit Ertrinkungsflüssigkeit hinweist. Auffallend ist das Fehlen der postmortalen Eindickung in der linken Herzhälfte bei dem hohen Leichenalter. Während mit Hilfe des Meßmikroskopes die Hämatokritwerte noch festzustellen waren, machte die infolge des langen Aufenthaltes der Leiche im Wasser begonnene Hämolyse ein Ablesen der Senkungswerte unmöglich.

	Häm. W.	Senk. W.
Normalwerte:	47 %	62 %
Durchschnittswerte:	24 %	

Die Unterscheidung von Wasserleichen umfaßt drei Kategorien von Todesarten: Den Ertrinkungstod im eigentlichen Sinn, den Tod im Wasser, der durch Herz oder Hirnschlag erfolgen kann und den vorgetäuschten Ertrinkungstod, bei dem das Individuum nach bereits erfolgtem Exitus ins Wasser gebracht wird, zum Unkenntlichmachen einer anderen Todesursache.

Der letzte Fall schaltet sich von selbst aus, auch wenn nicht bei äußerem Befund sich Anzeichen eines gewaltsamen Todes in Form von Druckstellen, Strangmarken oder äußeren Wunden finden lassen bezw. bei chemischer Untersuchung der Verdacht einer Giftwirkung auftaucht. Eine postmortale Verdünnung des Blutes im Wasser liegender Leichen ist nicht möglich. Der plötzliche Tod im Wasser läßt sich oft vom wirklichen Ertrinkungstod nicht unterscheiden. Die Konsistenzänderung des Blutes kommt durch Verdünnung mit Wasser zustande. Nach Aspiration beginnt der Flüssigkeitsaustausch über die Lungenkapillaren im arteriellen Blut und damit im linken Herzen und setzt sich im venösen fort. Der gleiche Zustand kann beim plötzlichem Tod durch Wasseraspiration in der Agone eintreten.

Der durchschnittliche Hämatokritwert weicht vom Normalwert um 23 %,also um die Hälfte ab, im Sinne einer Hydrämie. Die Senkungswerte konnten nur in einem Fall bestimmt werden infolge von Hämolyse der anderen und fallen also zur Errechnung eines Durchschnittswertes aus. Die so häufig auftretende Hämolyse ergibt sich aus dem meist langen Aufenthalt der Leichen im Wasser. Der Abstand der Senkungswerte vom verdünnten zum unverdünnten Blut von 10—15 % entspricht den Ergebnissen bei den übrigen Todesarten mit Blutverdünnung.

Zum Unterschied von Popielski, der mit dem Senkungsverfahren beim Ertrinkungstod eine Verdünnung des Blutes links „von mehreren Zentimetern" gegenüber rechts fand, konnten wir eine Eindickung von ca. 60% links feststellen. Dieser Gegensatz kommt folgendermaßen zustande:

Popielski führte seine Versuche an ertränkten Tieren durch, die er sofort nach erfolgtem Tode sezierte, also bevor die Totenstarre am Herzen einsetzte. In unserem Fall lag jedoch zwischen eingetretenem Tode und Sektion ein Zeitraum von 26 Stunden. Dabei ist eine mit zunehmendem Leichenalter steigende Eindickung des Blutes links erfolgt.

b) Kohlenoxydvergiftung.

Sektions-Nr.: 134/37 Fall-Nr.: 11
Geschlecht: w. Alter: 30
Sektion: 26. 4. 37. Leichenalter: 16 Stunden
Todesursache: Co Vergiftung
Gesamtblutmenge: R: 140 cm³
L: 140 cm³
Hämatokritwerte: R: 37 %
L: 59 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	5	8	45	78
R. unverd.	2	8	16	39	81
L. verd.	1	2	5	9	95

Bemerkungen: Das Blut in beiden Herzhälften unterscheidet sich bei oberflächlicher Betrachtung nicht. Es ist völlig flüssig, ohne Gerinnselbildung und von typisch hellroter Farbe. Der Hämatokritwert mit 37 % Bltk. zeigt eine Verdünnung von 10 % gegenüber dem Normalwert. Die Senkungswerte sind durch die nach 6—8 Stunden Wertungszeit beginnende Hämolyse beeinflußt und deshalb ungenau.

Sektions-Nr.: 172/37 Fall-Nr.: 27.
Geschlecht: w. Alter: 50
Sektion: 31. 5. 37. Leichenalter: 46 Stunden
Todesursache: Co Vergiftung
Gesamtblutmenge: R: 118 cm³
L: 60 cm³
Hämatokritwerte: R: 20 %
L: 85 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	4	15	45	159	20
R. unverd.	65	120	140	145	28
L. verd.	1	3	5	22	89

Bemerkungen: Der Unterschied in der Konzentration zwischen links und rechts ist besonders groß. Einem Hämatokritwert von 20 % Bltk. rechts steht ein solcher von 85 % links gegenüber. Hier tritt also bei einem Leichenalter von 46 Stunden die postmortale Eindickung ganz besonders zu Tage. Die Senkungswerte entsprechen in jedem Fall den Hämatokritwerten mit 20 % Bltk. und 89 %, mit einer Annäherung der Werte rechts, die aus der nochmaligen Verdünnung des bereits vital um mehr als die Hälfte verdünnten Blutes resultiert. Auffällend ist der schnelle Senkungsablauf des unverdünnten Blutes. Es hat schon nach 6 Stunden fast seinen Endwert erreicht und senkt in den letzten 18 Stunden nur noch um 2 %.

Sektions-Nr.: 180/37 Fall-Nr.: 33
Geschlecht: m. Alter: 50
Sektion: 11. 6. 37. Leichenalter: 32 Stunden
Todesursache: Co Vergiftung mit nachfolgender Verbrennung.
Gesamtblutmenge: R: 178 cm³
L: 72 cm³
Hämatokritwerte: R: 29 %
L: H %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	—	—	—	—
R. unverd.	4	—	—	—	—
L. verd.	1	—	—	—	—

Bemerkungen: Dieser und die folgenden Fälle entstammen einem Brandunglück. Am Kopf und den oberen Extremitäten zeigten sich ausgedehnte Verbrennungen dritten Grades, geringere am Rumpf und den Beinen. Die inneren Organe waren völlig erhalten. Das Blut erschien dünn-

flüssig und von hellroter Farbe, der chemische Nachweis von Co war in allen Fällen positiv. Der Hämatokritwert mit 29 % Bltk. weist auf eine erhebliche vitale Reaktion im Sinne einer Verdünnung. Bei der Senkung konnten nur die 1-Stundenwerte ermittelt werden. Nach Ablauf von 2 Stunden trat völlige Hämolyse ein. Wie zu erwarten war, beginnt die Senkung des unverdünnten Blutes auch hier schneller, als die des verdünnten.

Sektions-Nr.: 181/37 Fall-Nr.: 34
Geschlecht: m. Alter: 40
Sektion: 11. 6. 37. Leichenalter: 32 Stunden
Todesursache: Co Vergiftung mit nachfolgender Verbrennung.
Gesamtblutmenge: R: 132 cm³
L: 84 cm³
Hämatokritwerte: R: 57 %
L: 83 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	—	—	—	—	—
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	—	—	—	—	—

Bemerkungen: Die Verbrennungen traten vor allem dorsal auf. Ventral zeigten sich ausgedehnte hellrote Totenflecke mit punktförmigen Blutungen in dieselben. Die inneren Organe waren gut erhalten. Das hellrote Blut, geringgradig eingedickt, enthielt eine Anzahl kleiner Gerinnsel. Die vitale Verdünnung ist hier, wie auch im folgenden Fall, im Gegensatz zum vorhergehenden, wahrscheinlich durch die anschließende Brandwirkung aufgehoben, die sogar zu einer Eindickung geführt hat. Die Senkung kann infolge der vorhandenen Gerinnsel nicht durchgeführt werden.

Sektions-Nr.: 182/37 Fall-Nr.: 35
Geschlecht: m. Alter: 63
Sektion: 11. 6. 37. Leichenalter: 33 Stunden
Todesursache: Co Vergiftung mit nachfolgender Verbrennung.
Gesamtblutmenge: R: 100 cm³
L: 90 cm³
Hämatokritwerte: R: 63 %
L: 68 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	—	—	—	—	—
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	—	—	—	—	—

Bemerkungen: Die Verhältnisse sind die gleichen, wie im vorhergehenden Fall, nur sind die Verbrennungen noch intensiver (Torso), und die Hämatokritwerte zeigen infolgedessen eine noch stärkere Eindickung des Blutes. Auch hier machen vorhandene Gerinnsel eine Senkung der Eigenschwere nach unmöglich.

Sektions-Nr.: 185/37 Fall-Nr.: 36
Geschlecht: m. Alter: 26
Sektion: 11. 6. 37. Leichenalter: 38 Stunden
Todesursache: Co Vergiftung mit nachfolgender Verbrennung.
Gesamtblutmenge: R: 88 cm³
L: 92 cm³
Hämatokritwerte: R: 46 %
L: 70 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	5	13	56	72
R. unverd.	1	3	7	16	92
L. verd.	1	2	8	24	88

Bemerkungen: Trotz ausgedehnter Verkohlung an der Körpervorderseite mit Berstungen der Haut sind die Organe gut erhalten. Das Blut ist hellrot und in der rechten Herzhälfte dünnflüssig. Die Hämatokritwerte unterscheiden sich nicht von den Normalwerten bei postmortaler Eindickung links. Die Verdünnung muß besonders hoch gewesen sein, da die nachfolgende Verbrennung das Blut nur zu seinem Normalzustand zurückgeführt, nicht aber eine Eindickung bewirkt hat. Der Senkungswert liegt ca. 10 % höher als erwartet. Ob damit eine Veränderung des Blutes durch die Brandwirkung zum Ausdruck kommt, die bei der Hämatokritmessung nicht zutage tritt, ließ sich aus Mangel an Vergleichsfällen nicht feststellen.

	Häm. W.	Senk. W.
Normalwerte:	47 %	62 %
Durchschnittswerte:	29 %	49 %

Der Körper reagiert auf das Eindringen von Kohlenoxyd mit einer Verdünnung des Blutes, die je nach der Menge des eingeatmeten Gases Schwankungen unterliegt. Auf den Reiz, den das Kohlenoxyd auf das Blut ausübt, antwortet der Organismus mit einem Einströmen von Gewebsflüssigkeit in die Blutbahn, um eine Verdünnung des Gases und damit eine Herabsetzung der Giftwirkung zu erreichen. Somit kommt es also zu einer Blutverdünnung, die in ihrem Grade der secundären Hydrämie beim Verbluten und der Wasserverdünnung beim Ertrinken gleicht. Der Vorgang beginnt auch hier, entsprechend der Eingangspforte des Gases, im arteriellen Blut und setzt sich im venösen fort. Die nach dem Tode einsetzenden postmortalen Einflüsse ändern jedoch die Verhältnisse insofern, als das Blut der linken Herzhälfte nicht nur keine Verdünnung mehr zeigt, sondern im Gegenteil eine Eindickung.

Der Hämatokritwert weicht um ca. 20 % vom Noralwert ab, das bedeutet also eine Verdünnung fast um die Hälfte gegenüber dem Normalzustand des Blutes Lebender. Bei der Senkung beträgt dieser Unterschied nur 13 % obwohl vorher eine nochmalige Verdünnung mit physiol. Kochsalzlösung stattgefunden hat.

Zwischen Hämatokrit- und Senkungswerten besteht ein Unterschied von 20 %. Er steht damit im Gegensatz zu unseren bisherigen Feststellungen, wonach der mittlere Abstand von 15 % sich mit zunehmender Verdünnung verringert. Die Abweichung erklärt sich aus dem durch Hämolyse beeinflußten Senkungswert im Fall 134/37. Auf den durchschnittlichen Abstand

der Senkungswerte zwischen verdünntem und unverdünntem Blut ist das ohne Einfluß. Er beträgt auch hier wieder, wie bei den anderen Todesarten mit vitaler Verdünnung im Mittel 10 %.

In den Fällen, wo eine nachfolgende Brandwirkung die vorhergehende vitale Verdünnung überdeckt, fanden wir sogar eine Eindickung von durchschnittlich 7—8 % gegenüber dem Normalwert. Der Flüssigkeitsentzug ist also beim Verbrennen ganz erheblich, da er zuerst die vorausgegangene Verdünnung zu überwinden hatte. Bei der Berechnung des Durchschnittswertes für Kohlenoxydvergiftung sind diese Werte ausgelassen.

c) Verblutungstod.

Sektions-Nr.: 177/37
Geschlecht: m.
Sektion: 5. 6. 37.
Todesursache: Verblutung.
Gesamtblutmenge: R: 48 cm³
L: 28 cm³
Hämatokritwerte: R: 31 %
L: 31 %

Fall-Nr.: 31
Alter: 37
Leichenalter: 48 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	3	7	13	46	77
R. unverd.	2	5	10	28	86
L. verd.	2	9	14	50	78

Bemerkungen: Dem Tod geht eine ausgedehnte Blutung voraus. In beiden Herzhälften war wenig Blut, sodaß selbst der rechte Ventrikel schlaff erschien. Die secundäre Hydrämie kam nur im Hämatokritwert zum Ausdruck. Der Senkungswert war durch beginnende Hämolyse und das Vorkommen kleiner Gerinnsel beeinflußt, was einen unwahrscheinlich hohen Wert von 77 % Bltk. zur Folge hatte. Damit ist die Spanne von 15 % mehr als verdoppelt. Der Hämatokritwert liegt nur 2 % über dem Durchschnittswert. Auffallend ist das Fehlen postmortaler Einflüsse am linken Ventrikel.

Sektions-Nr.: 187/37
Geschlecht: w.
Sektion: 14. 6. 37.
Todesursache: Verblutung.
Gesamtblutmenge: R: 41 cm³
L: 15 cm³
Hämatokritwerte: R: 15 %
L: 13 %

Fall-Nr.: 37
Alter: 36
Leichenalter: 10 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	4	12	37	182	9
R. unverd.	50	94	132	152	24
L. verd.	4	17	43	174	13

Bemerkungen: Die durch einen Drain verursachte Usur der Art. iliac. führte zur schnellen Verblutung. Die hochgradige Anämie und das völlige Fehlen von Totenflecken entsprechen der geringen Füllung beider Herzhälften. Die schon äußerlich erkennbare starke Hydrämie ruft sehr niedrige Werte hervor. Der Hämatokritwert beträgt nur 1/3, der Senkungswert sogar nur 1/7 des Normalwertes. Es tritt also der Fall ein, daß der Wert der Senkung noch um 6 % unter dem Hämatokritwert liegt. Die Ursache hierfür liegt in der nochmaligen Verdünnung des Senkungsblutes. Bei ganz geringem Blutkörperchen-Vorkommen nimmt, wie wir bereits bei anderen Todesarten fanden, der durchschnittliche Abstand von 15 % ab, um schließlich wie hier zu einer Überschneidung der beiden Werte zu führen.

Sektions-Nr.: 193/37
Geschlecht: m.
Sektion: 17. 6. 37.
Todesursache: Verblutung.
Gesamtblutmenge: R: 38 cm³
L: 41 cm³
Hämatokritwerte: R: 42 %
L: 56 %

Fall-Nr.: 39
Alter: 52
Leichenalter: 4 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	8	16	56	72
R. unverd.	1	3	10	42	79
L. verd.	1	2	5	23	89

Bemerkungen: Der Tod trat nach Sturz aus größerer Höhe durch Riß der Aorta ein. Der Tote hat nach dem Sturz noch einige Minuten gelebt. Im Herzen sind nur geringe Mengen Blut vorhanden, dagegen fand sich in den beiderseitigen Pleurahöhlen fast 2000 cm³. Typisch für den Verblutungstod sind die gering ausgeprägten Totenflecke. In diesem Fall ging bei der Größe des verletzten Gefäßes das Verbluten so schnell vor sich, daß der Körper für einen entsprechenden Ersatz der flüssigen Bestandteile nicht genügend Zeit hatte. Das kommt in den verhältnismäßig hohen Werten von 42 % Häm. und 72 % Senk. mit einer Abweichung von 13 und 20 % von den Durchschnittswerten zum Ausdruck. Trotzdem überwiegt noch die vitale Reaktion mit einer secundären Hydrämie gegenüber den Normalwerten.

	Häm. W.	Senk. W.
Normalwerte:	47 %	62 %
Durchschnittswerte:	29 %	53 %

Der Unterschied zwischen Normal- und Durchschnittswerten setzt eine Hydrämie voraus, die ihren Ursprung in der Regeneration des verlorenen Blutes hat. Auf einen erhöhten Blutverlust reagiert der Körper sofort mit einem intensiven Ersatz und zwar zuerst der flüssigen Bestandteile durch Einströmen von Gewebsflüssigkeit in die Blutbahn. Ausschlaggebend für die so entsprechende Verdünnung des Blutes ist die Blutungsdauer, d. h. die Zeit vom Beginn der Blutung bis zum Eintritt des Todes. Sie läßt sich jedoch in den meisten Fällen nicht einwandfrei feststellen.

Der Verdünnung beim Verblutungstod entspricht also eine Vermehrung der Plasmawerte und damit eine scheinbare Abnahme an Blutkörperchen von ca. 20 % beim Hämatokritwert. Nach der gefundenen Parallelität der

beiden Methoden wäre nun ein durchschnittlicher Senkungswert von ungefähr 45 % zu erwarten. Der tatsächliche Wert liegt jedoch bei 53 %. Der Unterschied erklärt sich folgendermaßen:

Es trat durch das Vorhandensein von Gerinnseln eine mechanische Störung im Senkungsablauf ein, insofern, als die größere Reibung eine gleichmäßige Senkung der eigenen Schwere nach stört und die Genauigkeit der Werte verringert. Dazu kommt, daß in allen Fällen zwischen Sediment und Plasma eine Übergangszone auftrat, deren Vorhandensein noch nicht genügend geklärt ist, die aber eine scharfe Trennung verwischt und genaue Messungen erheblich erschwert.

II. Senkung bei Eindickung des Blutes.

a) Erstickungstod.

Sektions-Nr.: 139/37 Fall-Nr.: 13
Geschlecht: m. Alter: 59
Sektion: 30. 4. 37. Leichenalter: 22 Stunden
Todesursache: Erstickt durch Blutaspiration.
Gesamtblutmenge: R: 86 cm³
L: 71 cm³
Hämatokritwerte: R: 48 %
L: 79 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	6	12	89	55
R. unverd.	10	36	65	83	58
L. verd.	2	3	5	12	94

Bemerkungen: Dem Ersticken ging ein Blutsturz infolge Tb. voraus. Die geringe Ausdehnung der Totenflecke von 43 % geht jedoch nicht auf Kosten dieses Blutverlustes. Der Hämatokritwert liegt an der Grenze der Normalwerte, zumindest ergibt er keine erstickungspezifische Eindickung. Wahrscheinlich erklärt sich das Ausbleiben von Erstickungskrämpfen aus dem geschwächten Gesundheitszustand vor dem Tode. Die Senkung des unverdünnten Blutes verläuft wie bei dem Blut Lebender, wenn auch der 1-Stundenwert mit 10 Teilstrichen von Westergren zu den Grenzwerten bei Männern gerechnet wird.

Sektions-Nr.: 159/37 Fall-Nr.: 22
Geschlecht: m. Alter: 60
Sektion: 24. 5. 37. Leichenalter: 65 Stunden
Todesursache: Erstickt durch Speisebreiaspiration.
Gesamtblutmenge: R: 156 cm³
L: 126 cm³
Hämatokritwerte: R: 51 %
L: 84 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	5	12	43	79
R. unverd.	1	2	8	45	78
L. verd.	—	1	2	8	96

Sektions-Nr.: 160/37 Fall-Nr.: 23
Geschlecht: m. Alter: 52
Sektion: 24. 5. 37. Leichenalter: 62 Stunden
Todesursache: Erstickt durch Speisebreiaspiration.
Gesamtblutmenge: R: 178 cm³
L: 52 cm³
Hämatokritwerte: R: 82 %
L: 89 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	1	3	7	20	90
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	—	1	2	6	97

Bemerkungen: Die beiden letzten Fälle unterscheiden sich in auffalender Weise. Beide Male erfolgte der Tod unter ganz gleichen Bedingungen durch Ersticken an erbrochnem Speisebrei nach vorausgegangenem Kollaps infolge Sauerstoffmangel. Der zweite scheint den ersten tot aufgefunden zu haben. Bei dem Versuch, ihn zu bergen, brach er unter ihm zusammen. Nach Lage der Dinge differiert der Eintritt des Todes nur um ca. 3 Stunden. Der Unterschied in der Konsistenz des Blutes war trotz gleicher Verhältnisse auffallend hoch. Die Hämatokritmessung ergab beim zweiten eine Eindickung von über 30 %, während der gleiche Wert beim ersten an der Grenze der Normalwerte lag, also keine nennenswerte vitale Reaktion zeigte. Die Senkungswerte haben, außer dem für das rechte Herz, im ersten Fall bei einem Gehalt von über 75 % Bltk. keinen Anspruch auf Genauigkeit.

Sektions-Nr.: 170/37 Fall-Nr.: 26
Geschlecht: w. Alter: 1
Sektion: 28. 5. 37. Leichenalter: 13 Stunden
Todesursache: Erstickt durch Speisebreiaspiration.
Gesamtblutmenge: R: 28 cm³
L: 8 cm³
Hämatokritwerte: R: 47 %
L: 75 %

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	11	20	80	60
R. unverd.	5	27	50	65	67
L. verd.	1	5	8	17	92

Bemerkungen: Das körperlich sehr schwächliche Kind wurde tot im Bett gefunden. Auf dem Gesicht liegend, hatte es sich nicht umzudrehen vermocht. Im Bronchialbaum wurde reichlich Speisebrei gefunden. Der Hämatokritwert mit 47 % Bltk. deutet auf das Fehlen jeglicher vitaler Reaktionen hin, also auf das Ausbleiben von Erstickungskrämpfen, das sich wahrscheinlich aus dem Gesundheitszustand vor dem Tode erklärt. Die Werte der Senkung entsprechen gleichfalls denen am Blut Lebender, ebenso auch der 1-Stundenwert des unverdünnten Blutes.

	Häm. W.	Senk. W.
Normalwerte:	47 %	62 %
Durchschnittswerte:	49 %	64 %

Die Unterscheidung zwischen Tod durch Ersticken und Erhängen bedeutet keine Trennung der beiden Kathegorien im allgemeinen, da sie ja beide den gleichen vitalen Reaktionen unterliegen können. Bei beiden ist mit einer Eindickung des Blutes durch Erstickungskrämpfe zu rechnen. Hier wurde sie jedoch gewählt, da in den meisten Fällen die Erstickungskrämpfe ausblieben, also keine vitale Reaktion erfolgte. Nur der Fall 160/37 weicht von den übrigen ab um einen Grad, der verglichen mit dem Parallelfall, nur durch das Vorhandensein von Speckgerinnseln, also postmortalen Einflüssen, und die daraus folgende Ungenauigkeit zu erklären ist.

Der durchschnittliche Hämatokritwert liegt also innerhalb der Grenzen des Blutes Lebender mit 49 % Bltk. Ganz entsprechend verhält sich der gefundene mittlere Senkungswert mit 64 % Bltk. Auch am zeitlichen Ablauf der Senkung ließ sich keine wesentliche Abweichung von der Senkungsreaktion am Lebendblut feststellen. Lediglich der Fall 159/37 zeigt eine Eindickung von 1—2 %, die entsprechend der Westergrenschen Tabelle eine geringe Verzögerung des Ablaufs zur Folge hatte.

b) Herztod.

Sektions-Nr.: 126/37
Geschlecht: w.
Sektion: 16. 4. 37.
Todesursache: Herztod.
Gesamtblutmenge: R: 280 cm³
L: 184 cm³
Hämatokritwerte: R: 51 %
L: 75 %

Fall-Nr.: 7
Alter: 76
Leichenalter: 12 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	3	5	12	86	57
R. unverd.	2	7	23	79	60
L. verd.	1	2	5	20	90

Bemerkungen: Hämatokrit- und Senkungswerte liegen an den Grenzen der Normalwerte am Blut Lebender. Auffallend dabei ist der geringe Abstand von nur 6 %, der sich aus den vorhandenen Gerinnseln erklärt. Am unverdünnten Blut erfolgte, gleichfalls durch Gerinnsel bedingt, die das Röhrchenlumen ausfüllten, eine stufenweise Senkung, deren Addition einen unerwarteten niederen Wert von 60 % ergab.

Sektions-Nr.: 153/37
Geschlecht: m.
Sektion: 18. 5. 37.
Todesursache: Herztod.
Gesamtblutmenge: R: 194 cm³
L: 202 cm³
Hämatokritwerte: R: 31 %
L: 64 %

Fall-Nr.: 19
Alter: 16
Leichenalter: 18 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	3	9	25	130	35
R. unverd.	12	32	55	110	45
L. verd.	1	4	7	26	87

Bemerkungen: Die Todesursache war Herzdilatation infolge einer Aortenaträsie. Das außerordentlich hypertrophische Herz ist prall gefüllt mit flüssigem, rechts sogar dünnflüssigem Blut. Dementsprechend ergibt der Hämatokritwert einen Prozentgehalt an Blutkörperchen von 31, der gegenüber dem Normalwert eine Verdünnung von 15 % bedeutet. Eine vitale Verdünnung im Zusammenhang mit der Todesursache ist ausgeschlossen. Auch postmortale Einflüsse (beg. Hämolyse etc.) erklären diesen Befund nicht, da sie bei der Senkung wesentlich stärker zum Ausdruck gekommen wären. Die Gründe sind wahrscheinlich in pathologischen Veränderungen des Blutes zu Lebzeiten etwa im Sinne einer hochgradigen Anämie zu suchen. Die Senkung entspricht sowohl in ihrem Verlauf, als auch in ihren Endwerten den Verhältnissen bei vitaler Verdünnung.

Sektions-Nr.: 155/37
Geschlecht: w.
Sektion: 20. 5. 37.
Todesursache: Herztod.
Gesamtblutmenge: R: 80 cm³
L: 54 cm³
Hämatokritwerte: R: 86 %
L: 98 %

Fall-Nr.: 20
Alter: 83
Leichenalter: 32

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	½	1	2	14	93
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	—	—	1	7	96

Bemerkungen: Der Sektionsbefund ergab braune Atrophie des Herzens, Marasmus und Altersatrophie der Organe. Die Verstorbene hat in der letzten Woche vor dem Tode keinerlei Flüssigkeit zu sich genommen. Demzufolge zeigte sich eine hochgradige Eindickung des Blutes. Außerdem erfahren die Werte Abweichungen durch das Vorhandensein von ausgedehnten Gerinnseln. Die Senkungswerte sind infolge der hohen Konzentration nicht zu verwerten.

Sektions-Nr.: 156/37
Geschlecht: m.
Sektion: 20. 5. 37.
Todesursache: Herztod.
Gesamtblutmenge: R: 37 cm³
L: 45 cm³
Hämatokritwerte: R: 48 %
L: 58 %

Fall-Nr. 21
Alter: 69
Leichenalter: 35 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	14	36	74	63
R. unverd.	4	22	43	82	59
L. verd.	1	5	10	—	—

Bemerkungen: Die Sektion ergab hochgradige Arteriosklerose und Herzdilatation. Der Tod ist plötzlich eingetreten. Dem entspricht ein Hämatokritwert von 48 % Bltk., also ein Prozentgehalt wie beim Blut Lebender. Auffallend dabei ist die intensive Ausdehnung der Totenflecke von 54 %. Der Senkungswert gleicht entsprechend der gefundenen Parallelität unserer beiden Methoden mit 63 % dem Normalwert der Senkung. Am unverdünnten Blut trat infolge kleiner Gerinnsel, die das Röhrchenlumen nicht ausfüllten, eine stark beschleunigte Senkung ein, die in ihrem Endwert die am verdünnten Blut noch übersteigt.

Sektions-Nr.: 176/37
Geschlecht: m.
Sektion: 5. 6. 37.
Todesursache: Herztod.
Gesamtblutmenge: R: 140 cm³
L: 98 cm³
Hämatokritwerte: R: 50 %
L: 67 %

Fall-Nr.: 30
Alter: 58
Leichenalter: 18 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	7	18	78	61
R. unverd.	3	22	48	74	63
L. verd.	2	3	5	14	93

Bemerkungen: Der plötzlich eingetretene Tod ist die Folge eines Herzaneurysma und einer weitgehenden Dilatation des linken Ventrikel. Das Herz enthält rechts auffallend viel flüssiges Blut, links dagegen zwei große Gerinnsel. Hämatokrit- wie Senkungswerte entsprechen den Normalwerten am Blut Lebender, ebenso der 1-Stundenwert der Senkung am unverdünnten Blut.

Sektions-Nr.: 179/37
Geschlecht: m.
Sektion: 10. 6. 37.
Todesursache: Herztod.
Gesamtblutmenge: R: 122 cm³
L: 222 cm³
Hämatokritwerte: R: 64 %
L: 74 %

Fall-Nr.: 32
Alter: 51
Leichenalter: 13 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	5	16	50	75
R. unverd.	2	5	9	22	89
L. verd.	1	2	4	7	97

Bemerkungen: Der Tod trat plötzlich auf der Straße ein. Das maximal dilatierte Herz enthielt neben flüssigen Anteilen große Gerinnsel, aus deren Vorhandensein wohl vor allem die grobe Abweichung von den Normalwerten zu erklären ist. Der Hämatokritwert zeigt eine Eindickung von ca. 15 % bei entsprechender Senkung. Der zeitliche Ablauf der Senkung am unverdünnten Blut weist ebenfalls auf eine Eindickung hin.

	Häm. W.	Senk. W.
Normalwerte:	47 %	62 %
Durchschnittswerte:	50 %	64 %

Der plötzliche Herztod schließt an sich jede vitale Reaktion aus, die in einer Verdünnung oder Eindickung des Blutes zum Ausdruck kommen könnte. Die Ursachen, die zum Tode führen, geben keine Veranlassung zu einer qualitativen Veränderung des Blutes intra vitam, soweit sie nicht wie im Fall 155/37 mit exogenen Faktoren zusammenfallen. Postmortal treffen wir dagegen um so häufiger Fehlerquellen an, die eine Verschiebung der Werte verursachen. Das sind vor allem die häufig auftretenden Bildungen von Cruor- oder Speckgerinnseln, die einmal den qualitativen Zustand des Blutes verändern, andererseits aber, besonders bei der Senkung, je nach Größe den Ablauf beschleunigen oder verringern können, wobei sich besonders im letzten Fall auch die Endwerte erhöhten.

Nach Ausschaltung aller atypischen Fälle erhalten wir einen durchschnittlichen Hämatokritwerte von 50 % Bltk., der nach dem oben Gesagten einen hohen Wahrscheinlichkeitsgrad hat, da er innerhalb der Grenzen der Normalwerte liegt. Der Senkungswert entspricht mit 64 % Bltk. bei dem gewohnten Abstand von ca. 15 % ebenfalls den Werten am Blut Lebender.

c) Erhängungstod.

Sektions-Nr.: 131/37
Geschlecht: w.
Sektion: 23. 4. 37.
Todesursache: Erhängt.
Gesamtblutmenge: R: 5 cm³
L: 2 cm³
Hämatokritwerte: R: 56 %
L: 65 %

Fall-Nr.: 10
Alter: 88
Leichenalter: 50 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	1	3	8	34	83
R. unverd.	—	½	1	2	99
L. verd.	1	3	7	30	85

Bemerkungen: Auffallend ist die geringe Füllung beider Herzhälften, wie sie sonst nur noch in einem Fall von Erstickung vorkam. Das Blut ist dunkelrot und flüssig ohne Gerinnselbildung. Der Hämatokritwert zeigt eine Eindickung von 7 % über dem Normalwert. Dem gegenüber ist die postmortale Eindickung links bei einem Leichenalter von 50 Stunden besonders niedrig. Offenbar ist bei der geringen Blutmenge im Herzen ein stetiger Plasmaverlust in der Totenstarrekontraktion nicht möglich. Der Senkungswert weicht insofern vom erwarteten ab, als mit zunehmender Dichte des Blutes der Unterschied zwischen Hämatokrit- und Senkungswerten zunimmt.

Sektions-Nr.: 135/37
Geschlecht: m.
Sektion: 26. 4. 37.
Todesursache: Erhängt.
Gesamtblutmenge: R: 152 cm³
L: 82 cm³
Hämatokritwerte: R: 43 %
L: 74 %

Fall-Nr.: 12
Alter: 61
Leichenalter: 45 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	3	5	8	74	63
R. unverd.	2	13	25	81	59
L. verd.	1	4	6	30	85

Bemerkungen: Die pralle Füllung, vor allem des rechten Ventrikel, steht im Gegensatz zum vorhergehenden Fall. Das Blut hat keine Eindickung erfahren, wie Hämatokrit- und Senkungswerte zeigen. Der Blutkörperchengehalt liegt innerhalb der Grenzen der jeweiligen Normalwerte. Der geringe Wert bei der Senkung des unverdünnten Blutes kam durch ein Gerinnsel zustande, das ohne Reibung an der Röhrchenwandung schneller senkte und die es umgebenden Blutkörperchen lawinenartig mit sich riß.

Sektions-Nr.: 140/37
Geschlecht: m.
Sektion: 30. 4. 37.
Todesursache: Erhängt.
Gesamtblutmenge: R: 70 cm³
L: 58 cm³
Hämatokritwerte: R: — %
L: 82 %

Fall-Nr.: 14
Alter: 24
Leichenalter: 20 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	—	—	—	—	—
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	1	2	5	—	—

Bemerkungen: Das Blut ist rechts bereits vollkommen hämolytisch, sodaß sich nicht einmal der Hämatokritwert ermitteln ließ. Links ist die Hämolyse geringer. Der gefundene Wert zeigt eine dem Leichenalter von 20 Stunden entsprechende Eindickung. Bei der Senkung trat nach 6 Stunden auch links Hämolyse ein.

Sektions-Nr.: 152/37
Geschlecht: m.
Sektion: 18. 5. 37.
Todesursache: Erhängt.
Gesamtblutmenge: R: 46 cm³
L: 55 cm³
Hämatokritwerte: R: 53 %
L: 78 %

Fall-Nr.: 18
Alter: 43
Leichenalter: 35 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	3	7	29	86
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	1	2	4	17	92

Bemerkungen: Die Leiche wurde, nachdem der Tote seit 8 Tagen vermißt war, bei erhaltener Totenstarre gefunden. Infolgedessen wurde als Leichenalter der Mittelwert zwischen eingetretener Totenstarre und deren Lösung mit einer Zeit von 35 Stunden angenommen. Im Herzen ist rechts weniger Blut als links. Der Hämatokritwert ergibt mit 53 % eine Eindickung von 6 % über dem Normalwert. Der Senkungswert entspricht auch hier wieder dem größeren Abstand vom Hämatokritwert bei Eindickung des Blutes.

Sektions-Nr.: 173/37
Geschlecht: m.
Sektion: 31. 5. 37.
Todesursache: Erhängt.
Gesamtblutmenge: R: 180 cm³
L: 66 cm³
Hämatokritwerte: R: 66 %
L: 79 %

Fall-Nr.: 30
Leichenalter: 18 Stunden
Alter: 38

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	—	—	—	—	—
R. unverd.	—	—	—	—	—
L. verd.	—	—	—	—	—

Bemerkungen: Dem Erhängen ging ein schwerer septischer Prozeß voraus mit Fieber über 40 Grad während mehrerer Tage. Es tritt dabei zur Eindickung infolge der Erstickungskrämpfe eine weitere durch Wasserverlust beim Fieber. Beide Momente erklären den hohen Hämatokritwert von fast 20 % über dem Normalwert. Das Senkungsverfahren ließ sich nicht durchführen. Der Fall erscheint als Ausnahme nicht in der Berechnung des Durchschnittswertes.

Sektions-Nr.: 194/37
Geschlecht: m.
Sektion: 18. 6. 37.
Todesursache: Erhängt.
Gesamtblutmenge: R: 168 cm³
L: 204 cm³
Hämatokritwerte: R: 61 %
L: 83 %

Fall-Nr.: 40
Alter: 23
Leichenalter: 7 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	4	8	30	85
R. unverd.	—	1	2	28	86
L. verd.	1	2	3	12	94

Bemerkungen: Das schon bei oberflächlicher Betrachtung dickflüssige Blut ergibt einen Hämatokritwert von 61 % Bltk. Das entspricht einer vitalen Eindickung von mehr als 10 %. Der erhöhte Abstand zum Senkungswert erklärt sich wie in den vorhergehenden Fällen. Der Unterschied der Senkungswerte zwischen verdünntem und unverdünntem Blut beträgt nur 1 %. Dabei überwiegt sogar die Senkung am unverdünnten, beeinflußt durch vorhandene kleine Gerinnsel.

Sektions-Nr.: 198/37
Geschlecht: m.
Sektion: 21. 6. 37.
Todesursache: Erhängt.
Gesamtblutmenge: R: 240 cm³
L: 250 cm³
Hämatokritwerte: R: 39 %
L: 60 %

Fall-Nr.: 42
Alter: 27
Leichenalter: 3 Stunden

Messung der Senkungsgeschwindigkeit:

	1.	3.	6.	24.	% Gehalt der Endwerte
R. verd.	2	7	16	68	66
R. unverd.	4	13	39	54	73
L. verd.	—	—	—	—	—

Bemerkungen: Die Leiche kam bereits nach 3 Stunden zur Sektion. Beide Herzhälften waren prall gefüllt mit flüssigem, rechts sogar dünnflüssigem Blut. Kurze Zeit nach dem Absaugen trat Gerinnung ein, die links wesentlich schneller verlief als rechts. Die Messungen sind davon noch nicht beeinflußt. Es zeigte sich im Gegenteil rechts eine Verdünnnug des Blutes um 10 % unter dem Normalwert, deren Zustandekommen nicht geklärt ist. Der Abstand der Senkungswerte zwischen verdünntem und unverdünntem Blut verhält sich wie bei vitaler Verdünnung. Der Fall ist nicht im Durchschnittswert enthalten.

	Häm. W.	Senk. W.
Normalwerte:	47 %	62 %
Durchschnittswerte:	56 %	84 %

Ponsold stellte bei seinen Untersuchungen über die Eindickung des Blutes beim Erstickungstod fest, daß sie weniger von lokalen Momenten, als von allgemeinen hervorgerufen wird. Er lehnt die Dunsung des Gesichtes, das Lungenödem und die Milzkontraktion zwar nicht als mögliche Faktoren ab, stellt jedoch fest, daß sie kein spezifisches Eindickungsmoment beim Erstickungstod darstellen. Diese liegen vielmehr im Auftreten von Erstickungskrämpfen, die infolge Sauerstoffmangels eine Säureansammlung mit nachfolgender Quellung hervorrufen, die ihrerseits wieder durch Austritt von Plasma aus dem Blut ins Gewebe zustandekommt. Aus der verschiedenen Intensität der Krämpfe resultieren die Schwankungen im Grade der Bluteindickung. Wieweit Alter, Körperkonstitution und allgemeiner Gesundheitszustand die Dauer der Krämpfe, bzw. ihr völliges Ausbleiben beeinflussen, ist noch nicht geklärt. Im Fall 135/37 blieb bei äußerst kräftiger Konstitution, allerdings bei einem Lebensalter von 61 Jahren jede vitale Reaktion aus, die auf das Auftreten von Erstickungskrämpfen schließen ließe.

Bei der Errechnung der Durchschnittswerte blieben Fälle, in denen innere oder äußere Einflüsse, außer den bisher genannten, den qualitativen Zu-

stand des Blutes veränderten, unberücksichtigt. So ergibt der gefundene Hämatokritwert ein Bild von der durchschnittlichen vitalen Eindickung beim Erhängungstod von ca. 10 % über dem Normalwert bei Lebenden. Der Senkungswert ist auffallend hoch. Er liegt bei einem Abstand von 15 % mehr als 10 % über dem erwarteten Wert. Schuld daran sind die häufigen mechanischen Störungen im Ablauf der Senkung durch zahlreiche Gerinnsel.

Die von uns untersuchten forensisch wichtigsten Todesarten ergeben demnach drei Gruppen:

1. Fälle mit vitaler Verdünnung,
2. Fälle ohne vitale Reaktion,
3. Fälle mit vitaler Eindickung.

In der ersten Gruppe besteht zwar ein Unterschied in den Durchschnittswerten, wenigstens beim Tod durch Ertrinken (24 % Bltk.) gegenüber dem Verblutungstod (29 % Bltk.) und der Kohlenoxydvergiftung (29 % Bltk.). Die Variationsbreite, d. i. der jeweilige Abstand zwischen dem geringsten und höchsten Blutkörperchengehalt ist jedoch zu groß (bei Kohlenoxydvergiftung 17 %, beim Verblutungstod 28 %), als daß eine scharfe Trennung von der einen zur anderen Todesart möglich wäre.

In der zweiten Gruppe ist zwar die Variationsbreite klein (beim Erstickungstod 3 %, beim Herztod 6 %), die Durchschnittswerte entsprechen jedoch in beiden Fällen den Normalwerten am Blut Lebender. Obgleich nun die einzelnen Gruppen unter sich eine klare Trennung zeigen und damit die Möglichkeit einer diagnostischen Verwertung bieten, sind doch die Werte für die einzelnen Todesarten unspezifisch und gewinnen erst im Gesamtbild aller Leichenerscheinungen eine erhöhte Bedeutung. Eine Sonderstellung nimmt die Gruppe 3 ein, die allein die Fälle von Erhängungstod enthält. Mit ihrer spezifischen Eindickung von durchschnittlich 8 % über dem Normalwert ist sie, bei Ausschaltung atypischer Fälle der anderen Gruppen, für die Diagnostik der Todesart vor allem wichtig.

III. Die Senkung und ihre Beziehung zur Todeszeit.

Um von besonderen Leichenerscheinungen auf die Todeszeit Schlüsse ziehen zu können, müssen die Messungen an konstant verlaufenden, postmortalen Veränderungen der Leiche durchgeführt werden. Diese Veränderungen dürfen sich nicht über eine allzugroße Zeitspanne erstrecken, da sonst autolytische und bakterielle Fäulnisprozesse die Versuche unmöglich machen. Bei unseren Untersuchungen kamen wir zu dem Ergebnis, das schon Ponsold beschreibt, nämlich, daß Konzentrationsänderungen am Blut des rechten Herzens weder nach der einen noch nach der anderen Seite von postmortalen Einflüssen wesentlich abhängig seien, soweit nicht durch Gerinnselbildung der qualitative Zustand des Blutes geändert ist. Wohl aber fanden wir diese Abhängigkeit am Blut des linken Ventrikel.

Die Messungen wurden ausschließlich mittels der Hämatokritmethode durchgeführt, da Blut in höheren Konzentrationen als 75 % Bltk. sich nicht für Messungen nach dem Westergrenschen Senkungsverfahren eignet. Aus der Erkenntnis heraus, daß die Eindickung des Blutes auf allmählichem Plasmaverlust beruht, wurde für die folgenden Bestimmungen der Plasma-Prozentgehalt errechnet.

Zeitliche Bestimmungen am verdünnten Blut.

Die Verdünnung des Blutes ist abhängig von den verschiedensten Momenten. Beim Tod durch Ertrinken besteht eine direkte Einwirkung des Wassers auf das Blut. Die eingedrungene Menge Wassers ist jedoch inkonstant und bewirkt dadurch Schwankungen im Grad der Blutverdünnung.

Die Verdünnungsreaktion des Blutes bei der Kohlenoxydvergiftung unterliegt offenbar Schwankungen infolge der schwer feststellbaren größeren oder geringeren Menge an eingeatmeten Gasen. Bei schwächeren Konstitutionen tritt der Tod früher ein, im anderen Fall führt erst eine gesteigerte Menge Co zur Beendigung der Lebensfunktionen. Weiterhin besteht ein Unterschied, ob der Tod in gashaltiger Atmosphäre eintrat, oder erst später nach Überführung in sauerstoffhaltige Luft.

Beim Verblutungstod wiederum fanden wir eine Abhängigkeit der Verdünnung von der Zeit, die zwischen Blutungsbeginn und Eintritt des Todes liegt, deren Feststellung jedoch nicht immer möglich sein wird.

Hieraus geht hervor, daß nicht nur die Verdünnung im allgemeinen, sondern gerade auch bei den verschiedenen Todesarten fast immer eine verschiedene ist. Damit fehlt der grundlegende Vergleichsfaktor, von dem aus ein stetiger Verlauf der postmortalen Einflüsse und besonders der im Verhältnis zur verlaufenen Zeit stehenden Eindickung des Blutes gemessen werden kann. Es tritt also der Fall ein, daß der Plasmaverlust bei steigendem Leichenalter trotz gleichmäßiger Eindickung des Blutes nicht stetig verläuft, da die Ausgangspunkte, an denen die Eindickung einsetzte, verschieden waren.

Kohlenoxydvergiftung.

Sektion Nr.	Leichenalter	Plasmawerte
261	4	25
134	15	41
241	16	26
236	25	19
181	32	17
185	38	30
261	41	22
125	45	16
172	46	15

Zeitliche Bestimmungen am unveränderten und eingedickten Blut.

Beim Herztod fehlen an sich vitale Einflüsse mit Störung der Blutkörperchen-Plasmarelation. Die Durchschnittswerte gleichen den Normalwerten am Blut Lebender. Folglich wäre ein gleichmäßiger Ausgangspunkt für die postmortale Eindickung gegeben. In fast allen Fällen verhinderte jedoch eine hochgradige Dilatation des linken Ventrikel diesen Vorgang.

Die Erstickungsfälle zeigen zwar eine stetige Plasmaabnahme mit steigendem Leichenalter, sie sind jedoch als atypisch zu betrachten und ergeben keinen Vergleichsfaktor für typische Fälle.

Beim Tod durch Erhängen sind die bereits genannten Erstickungskrämpfe die einzigen Momente, die eine vitale Veränderung des Blutes verursachen. Die Eindickung ist jedoch verhältnismäßig konstant mit einer Abweichung von 8 — 10 % von den Normalwerten am Blut Lebender.

Die Variationsbreite beträgt im Höchstfall 9 % (53 % im Fall 152 — 62 % im Fall 228). Die postmortale Eindickung beginnt damit bei einem Plasmagehalt von 40 — 45 % und nimmt zu mit steigendem Leichenalter, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tod durch Erhängen.

Sektion Nr.	Leichenalter	Plasmawerte
198	3	40
256	5	33
194	7	17
228	13	30
267	15	27
205	17	25
173	18	21
140	20	18
152	35	22
135	45	26

Die letzten Werte scheinen auf ein Wiederansteigen des Plasmagehaltes nach einer Zeit von ca. 24 Stunden zu deuten. Theoretisch wäre ein solcher Vorgang möglich. Nach Aufheben der Totenstarre am Herzen strömt bei Lageveränderung der Leiche die ausgepreßte Plasmamenge aus der Aorta in den linken Ventrikel zurück und bewirkt eine abermalige Verschiebung der Blutkörperchen-Plasmarelation. Praktisch sind solche Fälle für die Todeszeitbestimmung ohne Interesse.

Durch Vergleich mit den Werten der Tabelle ist bis zu einer Zeit von ungefähr 24 Stunden die Möglichkeit gegeben, eine Zeitspanne zu ermitteln, in deren Verlauf der Tod eingetreten ist.

IV. Zeitlicher Senkungsverlauf und diagnostische Verwertung.

Die Veränderungen der Senkungsgeschwindigkeit ist abhängig von mehreren Faktoren. Dies sind einmal Zahl, Größe und Dichte der Blutkörperchen, zum anderen verschiedene Eigenarten des Plasmas. Vogel stellte fest, daß eine Vergrößerung der Formelemente ohne Erhöhung des spezifischen Gewichtes im Verhältnis zur Flüssigkeit eine Verringerung der Sedimentierungsgeschwindigkeit bewirkt. Eine Größenabnahme der Formelemente würde sich also im entgegengesetzten Sinne geltend machen. Im Gegensatz zur Senkungsverlangsamung bei Vergrößerung der Formelemente ohne Erhöhung des spezifischen Gewichts gegenüber dem Plasma steht die Senkungsbeschleunigung kleiner Gerinnsel, die das Lumen der Senkungsröhrchen nicht völlig ausfüllen, also keine Hemmung durch Gleiten an der Wandung erfahren. Sie sinken ab und reißen die sie umgebenden Blutkörperchen lawinenartig mit. So tritt oft eine abnorm schnelle Senkung selbst bei eingedicktem Blut ein, die sonst garnicht zu erklären wäre.

Wie verändert sich nun die Senkung bei einer Vergrößerung oder Verringerung der Zahl der Blutkörperchen? Bei Vergrößerung, d. h. also bei einer Eindickung des Blutes, tritt Verlangsamung ein, bei Verringerung, also Verdünnung, eine Beschleunigung der Senkung. Während Westergren als 1-Stundenwerte am Blut Lebender, also mit einem Prozentgehalt an Blutkörperchen von ca. 47, eine Senkung von 2—5 mm bei Männern und 3 — 8 mm bei Frauen angibt, fanden wir bei vitaler Verdünnung des Blutes um durchschnittlich 25 % gegenüber dem Normalwert folgende Resultate:

	1.	3.	6.	24. Stunden
127 Ertrink. Tod	20	75	115	127
172 Co Vergift.	65	120	140	145
187 Verblut. Tod	50	94	132	152

(Die Zahlen geben die Plasmawerte in mm an).

Die Senkung ist also außerordentlich beschleunigt. Sie erreicht nach 6 Stunden bereits fast ihren Höhepunkt und setzt sich darüber hinaus in den folgenden 18 Stunden im Mittel nur noch um 6 % fortt.

Bei vitaler Eindickung von durchschnittlich 15 % über dem Normalwert tritt eine entsprechende Verlangsamung ein.

	1.	3.	6.	24. Stunden
130 Lungenemb.	1	2	3	14
159 Erstick.	1	2	8	45
179 Herztod	2	5	9	22
194 Erhäng. Tod	1	1	2	28

Die Senkung erreicht erst nach 6 Stunden die 1-Stundenwerte der Westergrenschen Tabelle, ist also stark verzögert.

Damit können wir zwar aus dem Ablauf der Senkung auf eine Verdünnung oder Eindickung des Blutes schließen, aber nicht auf einzelne Todesarten.

Im Gegensatz hierzu verläuft die Senkung bei postmortaler Verdünnung mit physiol. Kochsalzlösung verlangsamt. Damit treffen wir hier auf den dritten Faktor, der eine Veränderung des Senkungsablaufs zur Folge hat, nämlich die qualitative Veränderung des Plasma. Durch die Verdünnung mit physiol. Kochsalzlösung tritt eine Verdünnung des Plasmaeiweißes ein, die eine bedeutende Verzögerung des Senkungsablaufs zur Folge hat. Besonders auffallend ist diese Verlangsamung in den Fällen, die infolge der vitalen Verdünnung eine wesentliche Beschleunigung erfahren hatten.

In der folgenden Tabelle sind den Stundenwerten des Blutes wie es der Leiche entnommen ist, diejenigen des durch Kochsalzlösung verdünnten gegenübergestellt:

Sekt. Nr.	1 Stunde		3		6		24	
	verd.	unv.	v.	u.	v.	u.	v.	u.
127	3	20	7	75	25	115	155	127
134	2	2	5	8	8	16	45	39
139	2	10	6	36	12	65	89	83
153	3	10	9	32	25	55	125	110
170	3	5	11	27	20	50	110	82
172	4	65	15	120	45	140	159	145
176	3	7	7	22	18	48	58	54
187	4	50	12	94	37	132	182	152

Die Werte sind Fällen entnommen, die nach der Hämatokritbestimmung entweder Normalwerte darstellen, also keine Veränderung des Blutes erfahren haben, oder solchen mit vitaler Verdünnung.

Bei vitaler Eindickung zeigt sich seltsamerweise kein wesentlicher Unterschied.

Alle Werte sind den Messungen am Blut der rechten Herzhälfte entnommen, da links infolge der hohen Konzentration durch postmortale Eindickung die Senkung ungenau ist oder gänzlich ausbleibt. Ein Zusammenhang zwischen dem Ablauf der Senkung und dem Leichenalter, also der Todeszeit, ließ sich nicht feststellen.

Zusammenfassung.

I.

Hämatokritmethode und Senkungsverfahren ergeben angewandt am Leichenblut ähnliche Resultate. Bei der Hämatokritmethode tritt eine vollständige Trennung von Blutkörperchen und Plasma durch die Zentrifugalkraft ein. Beim Senkungsverfahren verursacht lediglich die Eigenschwere der Blutkörperchen diese Trennung. Dabei bleibt Restplasma zurück, die Trennung ist also nicht vollständig. Infolgedessen liegen die Senkungsendwerte im Durchschnitt 15 % höher, gemessen am Blutkörperchengehalt, als die Hämatokritwerte.

II.

Mit beiden Methoden lassen sich Änderungen hinsichtlich der Verdünnung und Eindickung des Blutes feststellen. Es können für verschiedene Todesarten Durchschnittswerte am Blut der rechten Herzhälfte errechnet werden. Die Diagnostik der Todesart aus ihnen ist jedoch nur bedingt möglich, da die Grenzwerte ineinander übergehen. Am Blut der linken Herzhälfte ist die Anwendung des Senkungsverfahrens nur bis zu einem bestimmten Grade der Eindickung möglich, nämlich bis ca. 75 % Bltk.

III.

Der Senkungsablauf ändert sich mit der Zustandsänderung des Blutes. Verdünntes Blut beschleunigt, eingedicktes verlangsamt ihn. Entgegen den Ergebnissen der Endwerte lassen sich aus dem Ablauf der Senkung keine Schlüsse auf die Todesart ziehen.

Am Schluß der vorliegenden Arbeit danke ich Herrn Doz. Dr. Ponsold für Überlassung des Themas und die zahlreichen Anregungen bei seiner Bearbeitung.

Herrn Prof. Dr. Schrader danke ich für Überlassung des Materials und der Institutseinrichtungen.

Literaturangabe:

Bohne: Über Leichenerscheinungen. Viertelj. Schrift für d. ger. Med. Band 47 (Suppl. Heft) S. 14.

Chiari: Die postmortale Senkung des Blutes. Dietrichs Handbuch der ärztlichen Sachverständigentätigkeit, Band 2, 1913, S. 51.

Engel: Darstellungen über Leichenerscheinungen und deren Bedeutung. Wien 1854, S. 315.

v. Gierke: Der allgemeine Tod. Path. Anatomie von L. Aschoff, VI. Auflage, Band 1, S. 373.

Hofmann: Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. Viertelj. Schrift für d. ger. Med. 1876, Band 25, S. 229.

Hofmann-Haberda: Leichenbefund an Erstickten. Handbuch der ger. Med. Berlin/Wien 1927, S. 605.

Kockel: Die Leichenerscheinungen. Handbuch der ger. Med. von Schmittmann, IV. Aufl., Band 1, S. 655.

Leffkowitz: Die Blutkörperchensenkung. Berlin/Wien 1934, II. Aufl., Band 1.

Nippe: Todeszeitbestimmung und Priorität des Todes. Deutsche Zeitschrift für d. ges. ger. Med. 1932, Band 18, S. 69.

Pasta: Untersuchungen über das Blut und über die Gerinnung desselben als Ursachen von Krankheiten. Leipzig 1789, Band 1.

Ponsold: Die Eindickung und Verdünnung des Blutes beim Tod durch Ersticken. Deutsche Zeitschr. für d. ges. ger. Med. Berlin 1937, Bd. 28.

— Die Feststellungen der zu Lebzeiten eingetretenen Eindickung und Verdünnung des Blutes an der Leiche. Deutsche Zeitschr. für d. ges. ger. Med. Berlin 1936, Band 26.

Popielski: Die Sedimentierung der roten Blutzellen als Mittel zur Diagnostik des Ertrinkungstodes. Deutsche Zeitschr. für d. ges. ger. Med. (Referatenteil), Berlin 1937, Band 28, S. 315.

Reichel: Mikromethode der Blutkörperchensenkung. Zeitschr. für klin. Med. Berlin 1933, Heft 6, Band 125.

Sonderegger: Zeitbestimmungen nach biologisch-medizinischen Methoden in dem Gebiet der Rechtsmedizin. Zürich 1916.

Vogel: Untersuchungen über die Blutgerinnung und ihre Bedeutung für die gerichtliche Medizin. Deutsche Zeitschr. für d. ges. ger. Med. Berlin 1926, Band 8, S. 180.

Lebenslauf.

Am 13. Januar 1912 bin ich, Bruno Hoffmann, als ältester Sohn des Pastors Bruno Hoffmann und seiner Ehefrau Maria geb. Freiin Spiegel v. und zu Pechelsheim in Badeborn (Anhalt) geboren. Nach Besuch der Gymnasien in Bernburg und Ballenstedt bestand ich im Februar 1931 die Reifeprüfung in Ballenstedt. In den folgenden Jahren studierte ich Zahnheilkunde an den Universitäten Marburg, Innsbruck und Halle/S. und erhielt hier nach bestandener Prüfung im Mai 1936 die Approbation als Zahnarzt. Am 17. Dezember 1937 promovierte ich ebendort.